

(11)Publication number : 2003-017947

(43)Date of publication of application : 17.01.2003

(51)Int.Cl.

H03F 1/30

H04B 1/04

(21)Application number : 2001-201956

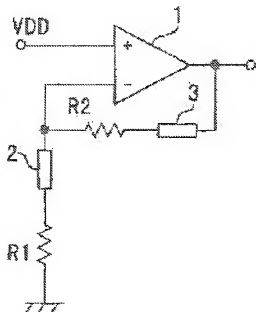
(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 03.07.2001

(72)Inventor : KO HIDEKI  
SAKUNO KEIICHI**(54) TEMPERATURE COMPENSATION CIRCUIT AND COMMUNICATION TERMINAL PROVIDED WITH THE SAME****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a temperature compensation circuit that can excellently compensate a temperature characteristics of a power amplifier with a nonlinear temperature characteristics.

**SOLUTION:** The temperature compensation circuit of the invention comprises an operational amplifier 1 to the noninverting input terminal of which a reference voltage VDD is applied, a thermistor 2 one terminal of which is connected to the inverting input terminal of the operational amplifier 1, a thermistor 3 one terminal of which is connected to the output terminal of the operational amplifier 1, a resistor R1 whose one terminal is connected to the other terminal of the thermistor 2 and whose other terminal is connected to ground, and a resistor R2 whose one terminal is connected to the other terminal of the thermistor 3 and whose other terminal is connected to the inverting input terminal of the operational amplifier 1.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

11.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3827541

[Date of registration]

14.07.2006

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

### [Claim(s)]

[Claim 1] While connecting with the inversed input terminal of the operational amplifier with which reference voltage was impressed to the non-inversed input terminal while having the non-inversed input terminal and the inversed input terminal, and this operational amplifier While having the 1st circuit connected to the earth terminal, and the 2nd circuit connected between the inversed input terminal of this operational amplifier, and the output terminal The temperature-compensation circuit which said 1st circuit and 2nd circuit are a circuit which includes a thermistor and resistance at least, and is characterized by outputting the electrical potential difference which appears in the output terminal of an operational amplifier as output voltage.

[Claim 2] The temperature-compensation circuit according to claim 1 where said 1st circuit and said 2nd circuit are characterized by connecting said thermistor and said resistance to a serial, respectively.

[Claim 3] The temperature-compensation circuit according to claim 2 where said 1st circuit and said 2nd circuit are characterized by having the resistance connected to the thermistor connected to the serial, and said resistance and juxtaposition, respectively. [ said ]

[Claim 4] The temperature-compensation circuit according to claim 1 where said 1st circuit and said 2nd circuit are characterized by connecting said thermistor and said resistance to juxtaposition, respectively.

[Claim 5] The temperature-compensation circuit according to claim 4 where said 1st circuit and said 2nd circuit are characterized by having the resistance connected to said thermistor connected to juxtaposition, and said resistance and serial, respectively.

[Claim 6] The communication terminal with which output voltage which has a temperature-compensation circuit according to claim 1 to 5, and is outputted from the output terminal of said operational amplifier of said temperature-compensation circuit in the communication terminal which has the power amplifier which amplifies the power of a sending signal is characterized by giving said power amplifier as bias voltage.

[Claim 7] The communication terminal according to claim 6 with which output voltage outputted from the output terminal of said operational amplifier of said temperature compensation circuit is characterized by being given as bias voltage to the control electrode of said transistor while the amplifier prepared in said operational amplifier is a transistor.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the communication terminal possessing the temperature-compensation circuit and this to the power amplifier which has the temperature characteristic of nonlinearity especially about the communication terminal possessing the temperature-compensation circuit and this which compensate the temperature characteristic of power amplifier.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, a bipolar transistor etc. is used as an amplifier of the power amplifier for amplifying a signal etc. Thus, ON state voltage VBE between the base-emitter falls, and the bipolar transistor used as an amplifier has the temperature characteristic that collector current increases, when an ambient temperature increases. In order to compensate such the temperature characteristic, change by temperature is erased inside by giving the same temperature characteristic as ON state voltage VBE between the base-emitters of the bipolar transistor which is the amplifier of power amplifier to power amplifier in the bias circuit which gives bias voltage, and there is a method of attaining stabilization of bias.

[0003] To drawing 8, stabilization of bias is attained in this way, and the temperature compensation circuit which performs the temperature compensation of the bipolar transistor which is an amplifier is shown with the bipolar transistor Tr which becomes with an amplifier. In drawing 8, while a collector is connected with the base of the bipolar transistor Ta for temperature compensations, the other end of the resistance Rb by which bias voltage VCC1 was impressed to the end is connected to the base of Transistor Tr at which bias voltage VCC2 was impressed to the collector while the emitter was grounded. Moreover, the other end of the resistance Ra by which the end was grounded is connected to the emitter of Transistor Ta.

[0004] Thus, in the power amplifier with which Resistance Ra and Rb and Transistor Ta used as a temperature compensation circuit were prepared, while the connection node to which Resistance Rb, the base of Transistor Tr, the collector of Transistor Ta, and the base were connected is used as an input terminal IN, let the collector of Transistor Tr be an output terminal OUT. Thus, when constituted, temperature compensation can be performed as Transistor Ta has the same temperature characteristic as Transistor Tr.

[0005] That is, if temperature becomes high, ON state voltage VBE between the base-emitters of the transistor Ta for temperature compensations will fall, and the bias voltage to the base of Transistor Tr will fall. Therefore, since the bias voltage impressed to the base of Transistor Tr falls, the effect of ON state voltage VBE between the base-emitters of the transistor Tr which falls in connection with a temperature rise is erased inside. Thus, fluctuation of the bias conditions by the temperature change can be lost with Transistor Ta, and fluctuation by the temperature of the output characteristics of power amplifier can be controlled.

[0006] Moreover, another conventional example of the temperature-compensation circuit which performs temperature compensation of the bias voltage given to power amplifier is shown in drawing 9. The temperature-compensation circuit of drawing 9 has the thermistor 101 connected between the operational amplifier 100 with which reference voltage VDD was impressed to the non-inversed input terminal, the resistance Rx by which the other end was grounded while the end was connected to the inversed input terminal of an operational amplifier 100, and the connection node of the end of Resistance Rx, and the inversed input terminal of an operational amplifier 100 and the output terminal of an operational amplifier. The electrical potential difference outputted from the output terminal of the operational amplifier 100 of this

temperature compensation circuit is given to power amplifier 102 as bias voltage.

[0007] There are a NTC (Negative Temperature Coefficient) thermistor in which resistance will carry out monotone reduction if temperature increases, and a PTC (Positive Temperature Coefficient) thermistor resistance will carry out [ a thermistor ] the increment in monotone if temperature increases as thermistor. Usually, an NTC thermistor shall be used and it shall be an NTC thermistor also about the thermistor 101 in the temperature-compensation circuit of drawing 9.

[0008] When the resistance of rx and a thermistor 101 is now set to ry for the resistance of Resistance Rx, the output voltage Vo outputted from a temperature-compensation circuit is expressed with the following (1) type.  

$$V_o = (1 + r_y/r_x) \cdot xV_{DD} \quad \text{--- (1)}$$

[0009] Moreover, the resistance ry carries out monotone reduction of the thermistor 101 which is an NTC thermistor like the following (2) types with the rise of temperature T. In addition, at the time of temperature T0, resistance ry shall be set to r0, and let B be B constant.  

$$r_y = r_0 \exp \left[ B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] \quad \text{--- (2)}$$

[0010] (1) and (2) types show that the output voltage Vo of the temperature-compensation circuit outputted from an operational amplifier 100 decreases in monotone with the rise of temperature. [ upper ] Thus, a temperature-compensation circuit can be constituted using the temperature characteristic of a thermistor. Therefore, the property fluctuation by the temperature of power amplifier can be compensated by making output voltage into the bias voltage of power amplifier from such a temperature compensation circuit.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if it forms Transistor Ta like drawing 8 in the temperature compensations of Transistor Tr which operate as an amplifier, property fluctuation of power amplifier may be unable to be completely compensated by the property variation between the base-emitters of Transistors Tr and Ta etc. Moreover, even if it uses the temperature compensation circuit of circuitry like drawing 9, the bias voltage to which an electrical potential difference may serve as the minimum and the temperature characteristic of the optimal bias voltage for compensating property fluctuation of power amplifier is given from a temperature compensation circuit like drawing 9 monotone reduction or not the increment in monotone but near a room temperature may not be suitable. As an example of such power amplifier, the transmitted power amplifier in a communication terminal is mentioned.

[0012] It sets to the communication terminal used as pocket mold telephone, and the consumed electric current in the transmitted power amplifier in duration of a call needs to reduce the consumed electric current in this transmitted power amplifier, in order to account for a remarkable rate also in all the consumed electric currents of a communication terminal and to hold the duration of a call and the standby time in a communication terminal for a long time. It is constituted by two or more steps of amplifiers, and as for the latter part, signal power becomes large and the consumed electric current also more nearly usually becomes large at such transmitted power amplifier.

[0013] In the transmitted power amplifier which follows, for example, is constituted by two steps of amplifiers, since the 2nd step of amplifier of the consumed electric current is larger, AB class or actuation near Class B is carried out for the 2nd step of amplifier, and the improvement in efficiency is aimed at. However, since the linearity of transmitted power amplifier deteriorates when operating a Class [ B ] amplifier generally, bias compensation of the transmitted power amplification is carried out so that efficient actuation may be performed in the linearity tolerance called for.

[0014] Since it is the temperature compensation when the amplifier in transmitted power amplifier is a bipolar transistor, a bias circuit configuration like drawing 8 is usually used. If it becomes low temperature when the transistor Tr used as an amplifier is carrying out actuation near Class B in the room temperature, ON state voltage VBE between the base-emitter will become high. And if component variation is in Transistors Tr and Ta, Transistor Tr will be in the operating state near Class B [ further ] actuation, deteriorates the linearity of a magnification property, and has a problem of stopping fulfilling the specification as transmitted power amplifier

in a communication terminal. Therefore, it is necessary to make high bias voltage VCC1 to the base of Transistor Tr.

[0015] Moreover, in order for the gain of the transistor Tr itself to fall, and to compensate this gain fall, it is necessary when becoming an elevated temperature, to enlarge an idle current. Therefore, it is necessary to make highly bias voltage VCC1 to the base of Transistor Tr be the same as that of the time of low temperature also at this time.

[0016] As mentioned above, while preventing linearity degradation at the low temperature of transmitted power amplifier, and gain degradation in an elevated temperature, in order to raise the effectiveness near a room temperature, while making high bias voltage VCC1 in low temperature and an elevated temperature, it is desirable to make low bias voltage VCC1 near a room temperature. The electrical potential difference made the optimal is expressed with the graph of the thick wire of drawing 4 in such bias voltage VCC1. That is, like drawing 4, although the bias voltage VCC1 which becomes the optimal has the minimal value near a room temperature (30 degrees C), it cannot realize the temperature characteristic like the graph of drawing 4 in a temperature-compensation circuit of circuitry like drawing 9.

[0017] This invention aims at offering the temperature-compensation circuit which can compensate the temperature characteristic of power amplifier with the temperature characteristic of nonlinearity good in view of such a problem. Moreover, this invention sets it as another purpose to offer the communication terminal equipped with such a temperature-compensation circuit.

[0018]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the temperature-compensation circuit of this invention While connecting with the inversed input terminal of the operational amplifier with which reference voltage was impressed to the non-inversed input terminal while having the non-inversed input terminal and the inversed input terminal, and this operational amplifier While having the 1st circuit connected to the earth terminal, and the 2nd circuit connected between the inversed input terminal of this operational amplifier, and the output terminal Said 1st circuit and 2nd circuit are a circuit which includes a thermistor and resistance at least, and are characterized by outputting the electrical potential difference which appears in the output terminal of an operational amplifier as output voltage.

[0019] In such a temperature-compensation circuit, said 1st circuit and said 2nd circuit do not matter as that by which said thermistor and said resistance are connected to the serial, respectively. Namely, the thermistor by which the end was connected to the inversed input terminal of said operational amplifier for said 1st circuit, The resistance to which it consisted of resistance by which the other end was grounded while the end was connected to the other end of this thermistor, and the end was connected to the inversed input terminal of said operational amplifier for said 2nd circuit, While an end is connected to the other end of this resistance, it does not matter as that by which the other end is constituted from a thermistor connected to the output terminal of said operational amplifier.

[0020] Furthermore, in such a temperature-compensation circuit, said 1st circuit and said 2nd circuit do not matter as what has the resistance connected to the thermistor connected to the serial, and said resistance and juxtaposition, respectively. [ said ]

[0021] Moreover, said 1st circuit and said 2nd circuit do not matter as that by which said thermistor and said resistance are connected to juxtaposition, respectively. That is, said 1st circuit consists of the thermistors and resistance by which the other end was grounded, while an end is connected to the inversed input terminal of said operational amplifier, and said 2nd circuit does not matter as what consists of the thermistors and resistance by which the other end was connected to the output terminal of said operational amplifier, while an end is connected to the inversed input terminal of said operational amplifier.

[0022] Furthermore, in such a temperature-compensation circuit, said 1st circuit and said 2nd circuit do not matter as what has the resistance connected to said thermistor connected to juxtaposition, and said resistance and serial, respectively.

[0023] Moreover, the communication terminal of this invention has the temperature-compensation circuit of a publication in either which was mentioned above in the communication

terminal which has the power amplifier which amplifies the power of a sending signal, and output voltage outputted from the output terminal of said operational amplifier of said temperature-compensation circuit is characterized by giving said power amplifier as bias voltage. In such a communication terminal, while the amplifier prepared in said operational amplifier is a transistor, the output voltage outputted from the output terminal of said operational amplifier of said temperature compensation circuit is given as bias voltage to the control electrode of said transistor.

[0024]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained below.

[0025] <Basic configuration> The basic configuration of this invention is first explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the circuit diagram showing the circuitry of a basic temperature-compensation circuit.

[0026] The operational amplifier 1 with which, as for the temperature-compensation circuit of drawing 1, reference voltage VDD is impressed to a non-inversed input terminal, The thermistor 2 by which the end was connected to the inversed input terminal of an operational amplifier 1, and the thermistor 3 by which the end was connected to the output terminal of an operational amplifier 1, It has the resistance R1 by which the other end was grounded while the end was connected to the other end of a thermistor 2, and the resistance R2 by which the other end was connected to the connection node of the inversed input terminal of an operational amplifier 1, and a thermistor 2 while the end was connected to the other end of a thermistor 3. Moreover, thermistors 2 and 3 are NTC thermistors in which the resistance carries out monotone reduction in connection with a temperature rise.

[0027] In the temperature-compensation circuit of such a configuration, the resistance of resistance R1 and R2 is set to r1 and r2, respectively, and the resistance of thermistors 2 and 3 is set to r3 and r4, respectively. At this time, the output voltage Vo of the temperature-compensation circuit outputted from the output terminal of an operational amplifier 1 is expressed with the following (3) types.

$$Vo = [1 + (r2 + r4) / (r1 + r3)] \times VDD \quad (3)$$

[0028] Moreover, the resistance r3 and r4 carries out monotone reduction of the thermistors 2 and 3 which are NTC thermistors like the following (4) types and (5) types with the rise of temperature T, respectively. In addition, at the time of temperature T0, resistance r3 and r4 shall be set to r03 and r04, and let B3 and B4 be B constants.

$$r3 = r03 \exp [B3 \times (1/T - 1/T0)] \quad (4)$$

$$r4 = r04 \exp [B4 \times (1/T - 1/T0)] \quad (5)$$

[0029] Therefore, when (4) types and (5) types were substituted for (3) types, the following (6) types were materialized and (4) types and (3) types for which (5) types were substituted are differentiated at temperature T, the value which substituted temperature T0 can be set to 0 like (7) types.

$$r04 \times B4 \times (r1 + r03) = r03 \times B3 \times (r2 + r04) \quad (6)$$

$$(dVo/dT) |_{T=T0} = 0 \quad (7)$$

[0030] Thus, when temperature T will be set to T0 if each parameter of resistance R1 and R2 and thermistors 2 and 3 is set up so that the relation of (6) types may be realized, it turns out that (4) types and (3) types for which (5) types were substituted have extremal value. An example which shows the relation between the temperature T in case this extremal value turns into the minimal value, and output voltage Vo is expressed like the graph of drawing 2. In the graph of drawing 2, it is set up so that it may have the minimal value near 20-30 degree C used as a room temperature.

[0031] Moreover, if relation like the graph of drawing 2 in this way is materialized between temperature T and output voltage Vo in a component circuit like drawing 1, when  $(r2 + r4) / (r1 + r3)$  will become the minimum by  $T = T0$ , output voltage Vo serves as the minimum. While changing at this time 2 and 3, for example, thermistors, (3) types can be changed like (8) types by replacing resistance R1 and R2.

$$Vo = [1 + (r1 + r3) / (r2 + r4)] \times VDD \quad (8)$$

[0032] Since  $(r2 + r4) / (r1 + r3)$  becomes the minimum by  $T = T0$ ,  $(r1 + r3) / (r2 + r4)$  becomes the

maximum by  $T=T_0$ . Therefore, the output voltage  $V_o$  of the temperature-compensation circuit considered as relation like (8) types can have the maximal value by  $T=T_0$ . Thus, the output voltage can have the minimal value or the maximal value at desired temperature easily by changing the resistance  $R_1$  and  $R_2$  which constitutes a temperature-compensation circuit, and a setup of each parameter of thermistors 2 and 3.

[0033] Each following operation gestalt is explained based on such a basic configuration.

[0034] The 1st operation gestalt of <operation gestalt of \*\* 1st> this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 3 is the circuit diagram showing the circuitry of the temperature-compensation circuit of this operation gestalt. In addition, in the temperature-compensation circuit of drawing 3, about the same component as the temperature-compensation circuit of drawing 1, the same sign is attached and the detailed explanation is omitted.

[0035] Like the temperature-compensation circuit of drawing 1, the temperature-compensation circuit of drawing 3 has an operational amplifier 1, thermistors 2 and 3, and resistance  $R_1$  and  $R_2$ , and has further the thermistor 2 and resistance  $R_1$  which were connected to the serial, the resistance  $R_3$  connected to juxtaposition, and the thermistor 3 and resistance  $R_2$  which were connected to the serial, and the resistance  $R_4$  connected to juxtaposition. That is, while the end of resistance  $R_3$  is grounded, the other end is connected to the connection node of a thermistor 2 and the inverted input terminal of an operational amplifier 1. Moreover, while the end of resistance  $R_4$  is connected to the connection node of resistance  $R_2$  and the inverted input terminal of an operational amplifier 1, the other end is connected to the connection node of a thermistor 3 and the output terminal of an operational amplifier 1.

[0036] Thus, in the temperature-compensation circuit constituted, resistance  $R_3$  and  $R_4$  is formed in order to tune the temperature change of a temperature-compensation circuit finely. And in the range of  $-20$ – $85$  degrees C which is the operating temperature of power amplifier, while controlling the fall of the linearity and gain, the relation of the bias voltage and temperature when controlling the bias voltage given to power amplifier the optimal becomes [ the effectiveness greatest at each temperature ] like the graph expressed with the thick wire of drawing 4 so that may be acquired. Such bias voltage is outputted from the temperature-compensation circuit of a configuration like drawing 3.

[0037] Since the bias voltage used as the temperature characteristic like a graph expressed with the thick wire of this drawing 4 was outputted, the resistance of resistance  $R_1$ – $R_4$  and the various parameters of thermistors 2 and 3 were set up as follows. That is, the resistance of resistance  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , and  $R_4$  was set to  $14300\Omega$ ,  $5100\Omega$ ,  $26200\Omega$ , and  $8200\Omega$ , respectively, the  $25$ -degree C resistance of thermistors 2 and 3 was set to  $100k\Omega$  and  $4.0k\Omega$ , respectively, and  $-25$ – $85$ -degree C B constant of thermistors 2 and 3 was set to  $4550K$  and  $4100K$ , respectively.

[0038] Thus, as bias voltage  $V_{CC1}$  given to the base of Transistor  $Tr$  at which the output voltage from the temperature-compensation circuit of drawing 3 which set up various parameters becomes the 2nd step of amplifier in power amplifier, and at which the bias circuit was constituted like drawing 8, when outputted, the temperature dependence in power amplifier was measured. The measurement result of bias \*\*\*\*\*  $V_{CC1}$  given to the base of Transistor  $Tr$  serves as a graph with which it is expressed with the thin line in drawing 4. Therefore, it turns out that it is mostly in agreement with the optimum value as which this measurement result is expressed in the graph expressed with the thick wire of drawing 4.

[0039] When bias voltage given to the base of power amplifier was controlled using the temperature compensation circuit in this operation gestalt at this time, in the room temperature, the power efficiency of power amplifier when the signal of  $500mW$  of power is outputted for a frequency from power amplifier by  $1.95GHz$  became  $39\%$ . Moreover, when it fixes to the optimal bias voltage in an operational temperature range like before so that the linearity of power amplifier and the fall of gain may be prevented, the frequency of the power efficiency of power amplifier when being outputted from power amplifier is [ the signal of  $500mW$  of power ]  $36\%$  in  $1.95GHz$ . Therefore, it was checked by using a temperature-compensation circuit like this operation gestalt that the power efficiency in a room temperature improves about  $3\%$ .

[0040] The 2nd operation gestalt of <operation gestalt of \*\* 2nd> this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 5 is the circuit diagram showing the circuitry of the temperature-compensation circuit of this operation gestalt. In addition, in the temperature-compensation circuit of drawing 5, about the same component as the temperature-compensation circuit of drawing 1, the same sign is attached and the detailed explanation is omitted.

[0041] Like the temperature-compensation circuit of drawing 1, the temperature-compensation circuit of drawing 5 has an operational amplifier 1, thermistors 2 and 3, and resistance R1 and R2, and has further the resistance R5 connected to a thermistor 2 and juxtaposition, and the resistance R6 connected to a thermistor 3 and juxtaposition. That is, while the end of resistance R5 is connected to the connection node of resistance R1 and a thermistor 2, the other end is connected to the connection node of a thermistor 2 and the inverted input terminal of an operational amplifier 1. Moreover, while the end of resistance R6 is connected to the connection node of resistance R2 and a thermistor 3, the other end is connected to the connection node of a thermistor 3 and the output terminal of an operational amplifier 1.

[0042] Thus, in the temperature-compensation circuit constituted, resistance R5 and R6 is formed in order to tune the temperature change of a temperature-compensation circuit finely. And the resistance of resistance R1, R2, R5, and R6 and the various parameters of thermistors 2 and 3 are set up so that the output voltage from a temperature-compensation circuit may become the temperature characteristic like a graph expressed with the thick wire of drawing 4 like the 1st operation gestalt in the range of -20~85 degrees C which is the operating temperature of power amplifier.

[0043] Since the temperature-compensation circuit constituted like drawing 5 can output the output voltage which has the almost same temperature characteristic as the temperature-compensation circuit constituted like drawing 1 used as a basic configuration, when it inputs into power amplifier by making such output voltage into bias voltage, the same effectiveness as the 1st operation gestalt is acquired, and it can raise the power efficiency of power amplifier.

[0044] The 3rd operation gestalt of <operation gestalt of \*\* 3rd> this invention is explained with reference to a drawing. The circuitry of the temperature-compensation circuit of this operation gestalt presupposes that it is the same as that of circuitry like drawing 1 used as a basic configuration. Therefore, in this operation gestalt, detailed explanation is omitted about the circuitry as what refers to the thing of a basic configuration.

[0045] The resistance of resistance R1 and R2 and the various parameters of thermistors 2 and 3 are set up so that the temperature-compensation circuit constituted by carrying out like drawing 1 may become the temperature characteristic [like the graph expressed with the thick wire of drawing 4] whose output voltage of the is like the 1st operation gestalt. Thus, when it inputs into power amplifier by setting up by making output voltage from the temperature compensation circuit of this operation gestalt into bias voltage, the same effectiveness as the 1st operation gestalt is acquired, and the power efficiency of power amplifier can be raised. Moreover, since the resistance R3 and R4 in the temperature-compensation circuit of the 1st operation gestalt or the resistance R5 and R6 in the temperature-compensation circuit of the 2nd operation gestalt are reducible with this operation gestalt, it is effective in the miniaturization of a temperature-compensation circuit.

[0046] The 1st operation gestalt of <operation gestalt of \*\* 4th> this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 6 is the circuit diagram showing the circuitry of the temperature-compensation circuit of this operation gestalt. In addition, in the temperature-compensation circuit of drawing 6, about the same component as the temperature-compensation circuit of drawing 5, the same sign is attached and the detailed explanation is omitted.

[0047] Unlike the temperature-compensation circuit of drawing 5, resistance R1 and R2 is deleted and the temperature-compensation circuit of drawing 6 has an operational amplifier 1, thermistors 2 and 3, and resistance R5 and R6. That is, while the connection node of the end of a thermistor 2 and the end of resistance R5 is grounded, the connection node of the other end of a thermistor 2 and the other end of resistance R5 is connected to the inverted input terminal



of an operational amplifier 1. Moreover, while the connection node of the end of a thermistor 3 and the end of resistance R6 is connected to the inversed input terminal of an operational amplifier 1, the connection node of the other end of a thermistor 3 and the other end of resistance R6 is connected to the output terminal of an operational amplifier 1.

[0048] Thus, in the temperature-compensation circuit constituted, the resistance of resistance R5 and R6 and the various parameters of thermistors 2 and 3 are set up so that the output voltage may become the temperature characteristic like a graph expressed with the thick wire of drawing 4 like the 2nd operation gestalt in the range of -20-85 degrees C which is the operating temperature of power amplifier. Thus, when it inputs into power amplifier by setting up by making output voltage from the temperature compensation circuit of this operation gestalt into bias voltage, the same effectiveness as the 2nd operation gestalt is acquired, and the power efficiency of power amplifier can be raised. Moreover, since the resistance R1 and R2 in the temperature-compensation circuit of the 2nd operation gestalt is reducible with this operation gestalt, it is effective in the miniaturization of a temperature-compensation circuit.

[0049] the 1- of which <equipped with temperature-compensation circuit of this invention communication terminal> \*\*\*\* was done -- the communication terminal equipped with the temperature-compensation circuit in either of the 4th operation gestalt is explained below with reference to a drawing. drawing 7 -- the 1- it is the block diagram showing the internal configuration of the transmitting part of the communication terminal equipped with the temperature compensation circuit in either of the 4th operation gestalt.

[0050] The digital disposal circuit 10 which the communication terminal shown in drawing 7 encodes the data for transmitting, performs data processing, and generates a sending signal. The modulator 11 which modulates the sending signal generated by the digital disposal circuit 10, and the oscillator 12 which gives an oscillation signal to a modulator 11. The driver amplifier 13 which amplifies the sending signal modulated with the modulator 11. The power amplifier 14 which performs power amplification further to the sending signal amplified with the driver amplifier 13, it has the temperature compensation circuit 15 which controls the bias voltage to the amplifier in power amplifier 14, the transceiver change-over switch 16 which switches transmission and reception, and the antenna 17 which transmits the sending signal by which power amplification was carried out with power amplifier 14 through the transceiver change-over switch 16.

[0051] In the communication terminal of such a configuration, first, after data processing of the data is carried out in a digital disposal circuit 10, a sending signal is generated by encoding according to the sign method for transmission. If this sending signal is given to a modulator 11, in a modulator 11, a sending signal will be modulated according to the oscillation signal of the modulation frequency sent out from an oscillator 12. First, the modulated sending signal is further amplified in power amplifier 14, after being amplified in the driver amplifier 13.

[0052] power amplifier 14 -- above-mentioned the 1- the bias voltage to the base of the amplifier which it had in power amplifier 14 is controlled by the temperature compensation circuit 15 explained in the 4th operation gestalt. Therefore, power amplifier 14 can operate at high effectiveness, preventing the fall of the linearity and gain in a -20-85 degree C operational temperature range. The sending signal amplified with power amplifier 14 is transmitted from an antenna 17 through the transceiver change-over switch 16.

[0053] Many consumed electric currents by which this power amplifier 14 is consumed when transceiver actuation is made in the communication terminal are occupied. Therefore, since the bias voltage of power amplifier 14 is controlled by the temperature-compensation circuit 15 to be efficient in near a room temperature and to operate, the consumed electric current of a communication terminal can be reduced. Therefore, when a communication terminal is used as pocket mold telephone, the standby time and duration of a call can be lengthened, and a time amount improvement can be aimed at.

[0054]

[Effect of the Invention] According to this invention, it is possible to control the bias voltage of the power amplifier according to this temperature characteristic by the temperature compensation circuit to power amplifier with the temperature characteristic of nonlinearity. Therefore, in the appointed operational temperature range, efficient magnification actuation can

be performed for power amplifier. Thus, since actuation can be made efficient and possible, the power consumption in power amplifier can be reduced.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The circuit diagram showing the basic configuration of the temperature-compensation circuit of this invention.

[Drawing 2] The graph which shows the count result of the temperature dependence of the output voltage by the temperature-compensation circuit of this invention.

[Drawing 3] The circuit diagram showing the configuration of the temperature-compensation circuit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 4] The graph which shows the actual measurement of the temperature dependence of the bias voltage given to power amplifier, and the temperature dependence of the output voltage by the temperature-compensation circuit of this invention.

[Drawing 5] The circuit diagram showing the configuration of the temperature-compensation circuit of the 2nd operation gestalt.

[Drawing 6] The circuit diagram showing the configuration of the temperature-compensation circuit of the 4th operation gestalt.

[Drawing 7] The block diagram showing the internal configuration of the transmitting part of the communication terminal of this invention.

[Drawing 8] An example of the power amplifier by which temperature compensation was carried out using the bipolar transistor.

[Drawing 9] The circuit diagram showing the configuration of the conventional temperature-compensation circuit.

[Description of Notations]

1,100 Operational amplifier

2 3,101 Thermistor

R1-R6, Ra, Rb, Rx Resistance

Ta, Tr Bipolar transistor

10 Data-Processing Circuit

11 Modulator

12 Oscillator

13 Driver Amplifier

14 Power Amplifier

15 Temperature-Compensation Circuit

16 Transceiver Change-over Switch

17 Antenna

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

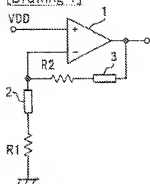
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

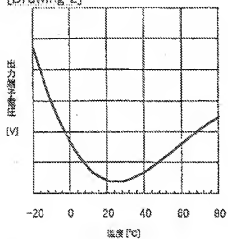
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

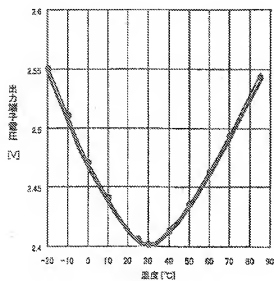


[Drawing 2]

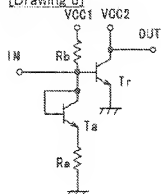


[Drawing 3]

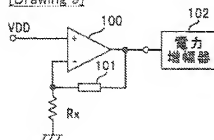




[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(10) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-17947

(P2003-17947A)

(43) 公開日 平成15年1月17日 (2003.1.17)

(5i) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>2</sup> (参考)
H 0 3 F 1/30		H 0 3 F 1/30	A 5 J 0 9 0
H 0 4 B 1/04		H 0 4 B 1/04	R 5 K 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数7 〇 L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-201950(P2001-201956)

(22) 出願日 平成13年7月3日 (2001.7.3)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 高 秀樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 作野 圭一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

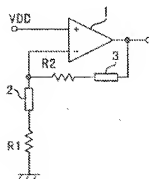
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度補償回路及びこれを具備した通信端末装置

## (57) 【要約】

【課題】 本発明は、非直線性の温度特性を持った電力増幅器の温度特性を良好に補償することが可能である温度補償回路を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の温度補償回路が、基準電圧VDDが非反転入力端子に印加された演算増幅器1と、演算増幅器1の反転入力端子に一端が接続されたサーミスタ2と、演算増幅器1の出力端子に一端が接続されたサーミスタ3と、サーミスタ2の他端に一端が接続されるとともに他端が接地された抵抗R1と、サーミスタ3の他端に一端が接続されるとともに他端が演算増幅器1の反転入力端子に接続された抵抗R2とから構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非反転入力端子と反転入力端子とを有するとともに、非反転入力端子に基準電圧が印加された演算増幅器と、

該演算増幅器の反転入力端子に接続されるとともに、接地端子に接続された第1回路と、  
該演算増幅器の反転入力端子と出力端子との間に接続された第2回路と、を有するとともに、

前記第1回路及び第2回路が、少なくともサーミスタ及び抵抗を含む回路であり、演算増幅器の出力端子に現れる電圧を出力電圧として出力することを特徴とする温度補償回路。

【請求項2】 前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、前記サーミスタと前記抵抗が直列に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の温度補償回路。

【請求項3】 前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、直列に接続された前記サーミスタ及び前記抵抗と並列に接続された抵抗を有することを特徴とする請求項2に記載の温度補償回路。

【請求項4】 前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、前記サーミスタと前記抵抗が並列に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の温度補償回路。

【請求項5】 前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、並列に接続された前記サーミスタ及び前記抵抗と直列に接続された抵抗を有することを特徴とする請求項4に記載の温度補償回路。

【請求項6】 送信信号の電力を増幅する電力増幅器を有する通信端末装置において、  
請求項1～請求項5のいずれかに記載の温度補償回路を有し、

前記温度補償回路の前記演算増幅器の出力端子から出力される出力電圧が、前記電力増幅器にバイアス電圧として与えられることを特徴とする通信端末装置。

【請求項7】 前記演算増幅器に設けられた増幅素子がトランジスタであるとともに、

前記温度補償回路の前記演算増幅器の出力端子から出力される出力電圧が、前記トランジスタの制御電極へのバイアス電圧として与えられることを特徴とする請求項6に記載の通信端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電力増幅器の温度特性を補償する温度補償回路及びこれを具備した通信端末装置に関するもので、特に、非線形性の温度特性を有する電力増幅器に対する温度補償回路及びこれを具備した通信端末装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、信号などを増幅するための電力増幅器の増幅素子として、バイポーラトランジスタなどが用いられる。このように増幅素子として用いられる

バイポーラトランジスタは、周囲温度が増加すると、そのベース-エミッタ間のオン電圧 $V_{BE}$ が低下して、コレクタ電流が増加するという温度特性を有する。このような温度特性を補償するために、電力増幅器へバイアス電圧を与えるバイアス回路に、電力増幅器の増幅素子であるバイポーラトランジスタのベース-エミッタ間のオン電圧 $V_{BE}$ と同じ温度特性を持たせることで、温度による変化をうち消して、バイアスの安定化を図る方法がある。

【0003】 図8に、このようにバイアスの安定化を図って、増幅素子であるバイポーラトランジスタの温度補償を行う温度補償回路を、増幅素子となるバイポーラトランジスタ $T_0$ とともに示す。図8では、エミッタが接地されるとともにコレクタにバイアス電圧 $V_{CC2}$ が印加されたトランジスタ $T_0$ のベースに、温度補償用のバイポーラトランジスタ $T_a$ のベースとコレクタが接続されるとともに、一極にバイアス電圧 $V_{CC1}$ が印加された抵抗 $R_b$ の他端が接続される。又、トランジスタ $T_a$ のエミッタに、一端が接地された抵抗 $R_a$ の他端が接続される。

【0004】 このように温度補償回路となる抵抗 $R_a$ 、 $R_b$ 及びトランジスタ $T_a$ が設けられた電力増幅器において、抵抗 $R_b$ とトランジスタ $T_a$ のベースとトランジスタ $T_0$ のコレクタ及びベースが接続された接続ノードが入力端子 $IN$ とされるときに、トランジスタ $T_r$ のコレクタが出力端子 $OUT$ とされる。このように構成したとき、トランジスタ $T_a$ がトランジスタ $T_0$ と同じ温度特性を持つようにして、温度補償を行うことができる。

【0005】 即ち、温度が高くなると、温度補償用のトランジスタ $T_a$ のベース-エミッタ間のオン電圧 $V_{BE}$ が低下して、トランジスタ $T_r$ のベースへのバイアス電圧が低下する。よって、トランジスタ $T_r$ のベースへ印加されるバイアス電圧が低下するため、温度上昇に伴って低下するトランジスタ $T_r$ のベース-エミッタ間のオン電圧 $V_{BE}$ の影響をうち消す。このように、トランジスタ $T_a$ により、温度変化によるバイアス条件の変動をなくして、電力増幅器の出力特性の温度による変動を抑抑することができる。

【0006】 又、電力増幅器に与えるバイアス電圧の温度補償を行う温度補償回路の別の従来例を図9に示す。図9の温度補償回路は、非反転入力端子に基準電圧 $V_{DD}$ が印加された演算増幅器100と、演算増幅器100の反転入力端子に一端が接続されるとともに他端が接地された抵抗 $R_x$ と、抵抗 $R_x$ と、抵抗 $R_x$ の一端及び演算増幅器100の反転入力端子の接続ノードと演算増幅器の出力端子との間に接続されたサーミスタ101とを有する。この温度補償回路の演算増幅器100の出力端子より出力される電圧が、バイアス電圧として電力増幅器102に与えられる。

【0007】サーミスタには、温度が増加すると抵抗値が単調減少するNTC (Negative Temperature Coefficient) サーミスタと、温度が増加すると抵抗値が単調増加するPTC (Positive Temperature Coefficient) サーミスタとがある。通常は、NTCサーミスタが用いられ、図9の温度補償回路におけるサーミスタ101についてもNTCサーミスタであるものとする。

【0008】今、抵抗 $R_x$ の抵抗値を $r_x$ 、サーミスタ101の抵抗値を $r_y$ とすると、温度補償回路から出力される出力電圧 $V_o$ は、次の(1)式で表される。

$$V_o = (1 + r_y/r_x) \times V_{DD} \quad \dots (1)$$

【0009】又、NTCサーミスタであるサーミスタ101は、温度 $T$ の上昇に伴って、次の(2)式のように、その抵抗値 $r_y$ が単調減少する。尚、温度 $T_0$ のとき、抵抗値 $r_y$ が $r_0$ となるものとし、 $A$ 、 $B$ を $B$ 定数とする。

$$r_y = r_0 \times \exp[B \times (1/T - 1/T_0)] \quad \dots (2)$$

【0010】上の(1)、(2)式から、温度の上昇に伴って、演算増幅器100から出力される温度補償回路の出力電圧 $V_o$ が単調に減少することがわかる。このようにサーミスタの温度特性を利用して温度補償回路を構成することができる。よって、このような温度補償回路から出力電圧を電力増幅器のバイアス電圧とすることによって、電力増幅器の温度による特性変動を補償することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図8のように、増幅素子として動作するトランジスタ $T_r$ の温度補償用にトランジスタ $T_a$ を設けたとしても、トランジスタ $T_r$ 、 $T_a$ のベース-エミッタ間の特性パラメータなどによって、完全に電力増幅器の特性変動を補償することができない場合がある。又、図9のような回路構成の温度補償回路を用いたとしても、電力増幅器の特性変動を補償するための最速なバイアス電圧の温度特性が、単調減少又は単調増加でなく、室温付近で電圧が極小となる場合があり、図9のような温度補償回路から与えられるバイアス電圧が適していないことがある。このような電力増幅器の例として、通信端末装置内の送信電力増幅器が挙げられる。

【0012】携帯型電話機として使用される通信端末装置において、通話時間中における送信電力増幅器での消費電流は、通信端末装置の全消費電流の中でもかなりの割合を占めることとなり、通信端末装置における通話時間及び待機時間を長く保持するためには、この送信電力増幅器での消費電流を低減させる必要がある。このような送信電力増幅器には、通常、2段以上の増幅素子によって構成され、後段ほど信号電力が大きくなり、その消費電流も大きくなる。

【0013】従って、例えば、2段の増幅素子によって構成される送信電力増幅器においては、2段目の増幅素

子の方が消費電流が大きいため、2段目の増幅素子を $A$ 、 $B$ 級もしくは、 $B$ 級に近い動作をさせて、その効率改善を図っている。しかしながら、一般的に増幅素子を $B$ 級動作させたとき、送信電力増幅器の線形性が劣化するため、送信電力増幅は求められる線形性許容範囲内において、高効率動作を行うようにバイアス調整される。

【0014】送信電力増幅器内の増幅素子がバイポーラトランジスタである場合、その温度補償のため、通常、図8のようなバイアス回路構成が用いられる。増幅素子となるトランジスタ $T_r$ が密流において $B$ 級に近い動作をしている場合、低温になると、そのベース-エミッタ間のオン電圧 $V_{BE}$ が高くなる。そして、トランジスタ $T_r$ 、 $T_a$ に流すパラツキがあれば、トランジスタ $T_r$ は更に $B$ 級動作に近い動作状態となり、増幅特性の線形性が劣化して、通信端末装置における送信電力増幅器としての仕様を満たさなくなるという問題がある。よって、トランジスタ $T_r$ のベースへのバイアス電圧 $V_{CC1}$ を高くする必要がある。

【0015】又、高温となるとは、トランジスタ $T_r$ 自体の利得が低下するため、この利得低下を補償するためアイドル電流を大きくする必要がある。よって、このときも低温時と同様に、トランジスタ $T_r$ のベースへのバイアス電圧 $V_{CC1}$ を高くする必要がある。

【0016】以上より、送信電力増幅器の低周波の線形性劣化と高温での利得劣化を防ぐとともに、室温付近での効率を向上させるためには、低温と高温でのバイアス電圧 $V_{CC1}$ を高くするとともに、室温付近でのバイアス電圧 $V_{CC1}$ を低くすることが望ましい。このようなバイアス電圧 $V_{CC1}$ において、最適とされる電圧が、図4の太線のグラフで表される。即ち、図4のように、最適となるバイアス電圧 $V_{CC1}$ は、室温(30°C)付近に樹小値を有するが、図9のような回路構成の温度補償回路では、図4のグラフのような温度特性を実現することができない。

【0017】このような問題を鑑みて、本発明は、非直線性の温度特性を持った電力増幅器の温度特性を直線に補償することが可能である温度補償回路を提供することを目的とする。又、本発明は、このような温度補償回路を備えた通信端末装置を提供することを別の目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の温度補償回路は、非反転入力端子と反転入力端子とを有するとともに、非反転入力端子に基準電圧が印加された演算増幅器と、該演算増幅器の反転入力端子に接続されるとともに、接地端子に接続された第1回路と、該演算増幅器の反転入力端子と出力端子との間に接続された第2回路と、を有するとともに、前記第1回路及び第2回路が、少なくともサーミスタ及び抵抗を含む回路であり、演算増幅器の出力端子に現れる電圧を出



力電圧として出力することを特徴とする。

【00219】このような温度補償回路において、前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、前記サーミスタと前記抵抗が直列に接続されているものとしても構わない。即ち、前記第1回路が、前記演算増幅器の反転入力端子に一端が接続されたサーミスタと、該サーミスタの他端に一端が接続されるとともに他端が接地された抵抗より構成され、又、前記第2回路が、前記演算増幅器の反転入力端子に一端が接続された抵抗と、該抵抗の他端に一端が接続されるとともに他端が前記演算増幅器の出力端子に接続されたサーミスタより構成されるものとしても構わない。

【00220】更に、このような温度補償回路において、前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、直列に接続された前記サーミスタ及び前記抵抗と並列に接続された抵抗を有するものとしても構わない。

【00221】又、前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、前記サーミスタと前記抵抗が並列に接続されているものとしても構わない。即ち、前記第1回路が、前記演算増幅器の反転入力端子に一端が接続されるとともに他端が接地されたサーミスタ及び抵抗より構成され、又、前記第2回路が、前記演算増幅器の反転入力端子に一端が接続されるとともに他端が前記演算増幅器の出力端子に接続されたサーミスタ及び抵抗より構成されるものとしても構わない。

【00222】更に、このような温度補償回路において、前記第1回路及び前記第2回路が、それぞれ、並列に接続された前記サーミスタ及び前記抵抗と直列に接続された抵抗を有するものとしても構わない。

【00223】又、本発明の通信端末装置は、通信信号の電力を増幅する電力増幅器を有する通信端末装置におい\*

$$V_o = [1 + (r_2 + r_4)/(r_1 + r_3)] \times V_{DD} \quad \cdots (3)$$

【00228】又、NTCサーミスタであるサーミスタ2、3は、温度Tの上昇に伴って、次の(4)式、

(5)式のように、それぞれ、その抵抗値 $r_3$ 、 $r_4$ が単調減少する。尚、温度Tのとき、抵抗値 $r_3$ 、 $r_4$ が $r_{03}$ 、 $r_{04}$ となるものとし、又、B3、B4をB定数とする。

$$r_3 = r_{03} \times \exp[B3 \times (1/T - 1/T_0)] \quad \cdots (4) \quad \text{※}$$

$$r_4 = B_4 \times (r_1 + r_3) = r_{04} \times B_3 \times (r_2 + r_4) \quad \cdots (6)$$

$$(dV_o/dT) \times T_0 = 0 \quad \cdots (7)$$

【00303】このように、(6)式の関係が成り立つように、抵抗 $r_1$ 、 $r_2$ 及びサーミスタ2、3の各パラメータを設定すると、温度Tが $T_0$ となるときに、(4)式、及び(5)式が代入された(3)式が極値を持つことがわかる。この極値が極小値となる場合の温度Tと出力電圧 $V_o$ との関係を示す図が、図2のグラフのように表される。図2のグラフにおいては、室温となる20〜30℃付近で極小値を有するように設定されている。

$$V_o = [1 + (r_1 + r_3)/(r_2 + r_4)] \times V_{DD} \quad \cdots (8)$$

\*で、上述したいずれかに記載の温度補償回路を有し、前記温度補償回路の前記演算増幅器の出力端子から出力される出力電圧が、前記電力増幅器にバイス電圧として与えられることを特徴とする。このような通信端末装置において、前記演算増幅器に設けられた増幅率がトランジスタであるとともに、前記温度補償回路の前記演算増幅器の出力端子から出力される出力電圧が、前記トランジスタの制御電極へのバイス電圧として与えられるようにする。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、以下に説明する。

【0025】<基本構成>まず、本発明の基本構成について、図面を参照して説明する。図1は、基本となる温度補償回路の回路構成を示す回路図である。

【0026】図1の温度補償回路は、非反転入力端子に基準電圧 $V_{DD}$ が印加される演算増幅器1と、演算増幅器1の反転入力端子に一端が接続されたサーミスタ2と、演算増幅器1の出力端子に一端が接続されたサーミスタ3と、サーミスタ2の他端に一端が接続されるとともに他端が接地された抵抗 $R_1$ と、サーミスタ3の他端に一端が接続されるとともに演算増幅器1の反転入力端子とサーミスタ2との接続ノードに他端が接続された抵抗 $R_2$ とを有する。又、サーミスタ2、3は、温度上昇に伴って、その抵抗値が単調減少するNTCサーミスタである。

【0027】このような構成の温度補償回路において、抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ の抵抗値をそれぞれ $r_1$ 、 $r_2$ とし、サーミスタ2、3の抵抗値をそれぞれ $r_3$ 、 $r_4$ とする。このとき、演算増幅器1の出力端子より出力される温度補償回路の出力電圧 $V_o$ は、次の(3)式で表される。

$$\text{※} r_4 = r_{04} \times \exp[B4 \times (1/T - 1/T_0)] \quad \cdots (5)$$

【0029】よって、(4)式、及び(5)式を、(3)式に代入したとき、次の(6)式が成立すると、(4)式、及び(5)式が代入された(3)式を温度Tで微分したときに、温度 $T_0$ を代入した値を(7)式のように0とすることができ。

【0031】又、このように図2のグラフのような関係が、図1のような構成回路で、温度Tと出力電圧 $V_o$ との間で成立しているとき、 $T = T_0$ で $(r_2 + r_4)/(r_1 + r_3)$ が極小値となると、出力電圧 $V_o$ が極小値となる。このとき、例えば、サーミスタ2、3を入れ換えるとともに抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ を入れ換えることによって、(3)式を(8)式のように変更することができる。

【0032】 $T=T0/(r2+r4)/(r1+r3)$ が極小となるため、 $T=T0/(r1+r3)/(r2+r4)$ が極大となる。よって、(8)式のような関係とされた温度補償回路の出力電圧 $V_{out}$ は、 $T=T0$ で極大値を持つようにすることができる。このように、温度補償回路を構成する抵抗 $R1$ 、 $R2$ 及びサーミスタ2、3の各パラメータの設定を変更することで、簡単に、その出力電圧が所望の温度で極小値又は極大値を持つようにすることができる。

【0033】このような基本構成に基づいて、以下の各実施形態について、説明する。

【0034】<第1の実施形態>本発明の第1の実施形態について、図面を参照して説明する。図3は、本実施形態の温度補償回路の回路構成を示す回路図である。尚、図3の温度補償回路において、図1の温度補償回路と同一の素子については、同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0035】図3の温度補償回路は、図1の温度補償回路と同様、演算増幅器1、サーミスタ2、3及び抵抗 $R1$ 、 $R2$ を有し、更に、直列に接続されたサーミスタ2及び抵抗 $R1$ と並列に接続される抵抗 $R3$ と、直列に接続されたサーミスタ2及び抵抗 $R2$ と並列に接続される抵抗 $R4$ とを有する。即ち、抵抗 $R3$ の一端が接地されることと、その他端がサーミスタ2と演算増幅器1の反転入力端子との接続ノードに接続される。又、抵抗 $R4$ の一端が抵抗 $R2$ と演算増幅器1の反転入力端子との接続ノードに接続されるとともに、その他端がサーミスタ3と演算増幅器1の出力端子との接続ノードに接続される。

【0036】このようにして構成される温度補償回路において、抵抗 $R3$ 、 $R4$ は、温度補償回路の温度変化の微調整を行うために設けられる。そして、電力増幅器の動作温度である $-20\sim 85^{\circ}\text{C}$ の範囲において、その線形性と利得の低下を抑制するとともに、各温度で最大の効率を得られるように、電力増幅器に与えられるバイアス電圧を最適に制御したときの、バイアス電圧と温度との関係が図4の太線で表されるグラフようになる。このようなバイアス電圧が、図3のような構成の温度補償回路より出力される。

【0037】この図4の太線で表されるグラフのような温度特性となるバイアス電圧を出力するために、以下のように、抵抗 $R1\sim R4$ の抵抗値、及びサーミスタ2、3の各種パラメータを設定した。即ち、抵抗 $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 、 $R4$ の抵抗値をそれぞれ、 $14300\Omega$ 、 $5100\Omega$ 、 $26300\Omega$ 、 $8300\Omega$ とし、サーミスタ2、3の $25^{\circ}\text{C}$ での抵抗値をそれぞれ、 $100\text{k}\Omega$ 、 $40\text{k}\Omega$ とし、サーミスタ2、3の $-25\sim 85^{\circ}\text{C}$ での $\beta$ 定数をそれぞれ、 $4550\text{K}$ 、 $4100\text{K}$ とした。

【0038】このように各種パラメータを設定した図3の温度補償回路からの出力電圧が、電力増幅器における

2段目の増幅素子となる、図8のようにバイアス回路が構成されたトランジスタ $T_r$ のベースに与えられるバイアス電圧 $V_{CG1}$ として、出力されるとき、電力増幅器における温度依存性を測定した。トランジスタ $T_r$ のベースに与えられるバイアスで合う $V_{CG1}$ の測定結果が、図4における細線で表されるグラフとなる。よって、この測定結果が、図4の太線で表されるグラフで表される最適値とほぼ一致することがわかる。

【0039】このとき、本実施形態における温度補償回路を用いて、電力増幅器のベースに与えられるバイアス電圧の制御を行ったとき、室温において、周波数が $1.95\text{GHz}$ で電力 $500\text{mW}$ の信号が電力増幅器から出力されたときの、電力増幅器の出力効率が $3\%$ であった。又、従来のように、動作温度範囲において、電力増幅器の線形性と利得の低下を防ぐように最適なバイアス電圧に固定したときは、周波数が $1.95\text{GHz}$ で電力 $500\text{mW}$ の信号が電力増幅器から出力されたときの、電力増幅器の出力効率は $3\%$ である。よって、本実施形態のような温度補償回路を用いることによって、室温での出力効率が $3\%$ 程度向上することが確認された。

【0040】<第2の実施形態>本発明の第2の実施形態について、図面を参照して説明する。図5は、本実施形態の温度補償回路の回路構成を示す回路図である。尚、図5の温度補償回路において、図1の温度補償回路と同一の素子については、同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0041】図5の温度補償回路は、図1の温度補償回路と同様、演算増幅器1、サーミスタ2、3及び抵抗 $R1$ 、 $R2$ を有し、更に、サーミスタ2と並列に接続される抵抗 $R5$ と、サーミスタ3と並列に接続される抵抗 $R6$ とを有する。即ち、抵抗 $R5$ の一端が抵抗 $R1$ とサーミスタ2との接続ノードに接続されるとともに、その他端がサーミスタ2と演算増幅器1の反転入力端子との接続ノードに接続される。又、抵抗 $R6$ の一端が抵抗 $R2$ とサーミスタ3との接続ノードに接続されるとともに、その他端がサーミスタ3と演算増幅器1の出力端子との接続ノードに接続される。

【0042】このようにして構成される温度補償回路において、抵抗 $R5$ 、 $R6$ は、温度補償回路の温度変化の微調整を行うために設けられる。そして、第1の実施形態と同様、温度補償回路からの出力電圧が、電力増幅器の動作温度である $-20\sim 85^{\circ}\text{C}$ の範囲において、図4の太線で表されるグラフのような温度特性になるように、抵抗 $R1$ 、 $R2$ 、 $R5$ 、 $R6$ の抵抗値、及びサーミスタ2、3の各種パラメータが設定される。

【0043】図5のように構成した温度補償回路は、基本構成となる図1のように構成した温度補償回路とほぼ同様の温度特性を有する出力電圧を出力することができるため、このような出力電圧をバイアス電圧として電力増幅器に入力したとき、第1の実施形態と同様の効果が

得られ、電力増幅器の出力効率を向上させることができる。

【0044】＜第3の実施形態＞本発明の第3の実施形態について、図面を参照して説明する。本実施形態の温度補償回路の回路構成は、基本構成となる図1のような回路構成と同一とする。よって、本実施形態において、その回路構成について、詳細な説明は基本構成のものを参照するものとして省略する。

【0045】図1のようにして構成される温度補償回路は、第1の実施形態と同様、その出力電圧が、図4の太線で表されるグラフのような温度特性になるように、抵抗R1、R2の抵抗値、及びサージスタ2、3の各種パラメータが設定される。このように設定することによって、本実施形態の温度補償回路からの出力電圧をバイアス電圧として電力増幅器に入力したとき、第1の実施形態と同様の効果が得られ、電力増幅器の出力効率を向上させることができる。又、本実施形態では、第1の実施形態の温度補償回路における抵抗R3、R4又は第2の実施形態の温度補償回路における抵抗R5、R6を削減することができるため、温度補償回路の小型化に有効である。

【0046】＜第4の実施形態＞本発明の第1の実施形態について、図面を参照して説明する。図6は、本実施形態の温度補償回路の回路構成を示す回路図である。尚、図6の温度補償回路において、図5の温度補償回路と同一の端子については、同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0047】図6の温度補償回路は、図5の温度補償回路と異なり、抵抗R1、R2が削除され、演算増幅器1、サージスタ2、3及び抵抗R5、R6を有する。即ち、サージスタ2の一端と抵抗R5の一端との接続ノードが接続されるとともに、サージスタ2の他端と抵抗R5の他端との接続ノードが演算増幅器1の反転入力端子に接続されるとともに、サージスタ3の一端と抵抗R6の一端との接続ノードが演算増幅器1の反転入力端子に接続されるとともに、サージスタ3の他端と抵抗R6の他端との接続ノードが演算増幅器1の出力端子に接続される。

【0048】このようにして構成される温度補償回路において、第2の実施形態と同様、その出力電圧が、電力増幅器の動作温度である $-20 \sim 85^{\circ}\text{C}$ の範囲において、図4の太線で表されるグラフのような温度特性になるように、抵抗R5、R6の抵抗値、及びサージスタ2、3の各種パラメータが設定される。このように設定することによって、本実施形態の温度補償回路からの出力電圧をバイアス電圧として電力増幅器に入力したとき、第2の実施形態と同様の効果が得られ、電力増幅器の出力効率を向上させることができる。又、本実施形態では、第2の実施形態の温度補償回路における抵抗R1、R2を削減することができるため、温度補償回路の

小型化に有効である。

【0049】＜本発明の温度補償回路を備えた通信端末装置＞上述した第1～第4の実施形態のいずれかにおける温度補償回路を備えた通信端末装置について、図面を参照して、以下に説明する。図7は、第1～第4の実施形態のいずれかにおける温度補償回路を備えた通信端末装置の送信部分の内部構成を示すブロック図である。

【0050】図7に示す通信端末装置は、送信するためのデータを符号化するなどして演算処理を行って送信信号を生成する信号処理回路10と、信号処理回路10で生成された送信信号を調整する変調器11と、変調器11に対して搬送信号を与える発振器12と、変調器11で変調された送信信号を増幅するドライバ増幅器13と、ドライバ増幅器13で増幅された送信信号に対して更に電力増幅を行う電力増幅器14と、電力増幅器14内の増幅素子に対するバイアス電圧を制御する温度補償回路15と、送受信を切り換える送受信切換スイッチ16と、送受信切換スイッチ16を介して電力増幅器14で電力増幅された送信信号を送信するアンテナ17とを有する。

【0051】このような構成の通信端末装置において、まず、信号処理回路10においてデータが演算処理された後、送信用の符号方式に従って符号化されることによって、送信信号が生成される。この送信信号が、変調器11に与えられると、変調器11において、発振器12から送出される変調周波数の搬送信号に倣って、送信信号が変調される。変調された送信信号は、まず、ドライバ増幅器13において増幅された後、更に、電力増幅器14において増幅される。

【0052】電力増幅器14は、上述の第1～第4の実施形態において説明した温度補償回路15によって、電力増幅器14内に備えられた増幅素子のベースに対するバイアス電圧が制御されている。よって、電力増幅器14は、 $-20 \sim 85^{\circ}\text{C}$ の動作温度範囲にて、その線形性と利得の低下を防ぎながら、高い効率で動作することができる。電力増幅器14で増幅された送信信号が、送受信切換スイッチ16を介してアンテナ17より送信される。

【0053】この電力増幅器14が、通信端末装置において送受信動作がなされているときに消費される消費電流を多く占める。よって、温度補償回路15によって、室温付近において高効率で動作するように、電力増幅器14のバイアス電圧が制御されるため、通信端末装置の消費電流を低減させることができる。そのため、通信端末装置を携帯型電話機としたとき、その待機時間及び通話時間を長くことができ、時間改善を図ることができる。

【0054】

【発明の効果】本発明によると、非線形性の温度特性を持った電力増幅器に対して、温度補償回路によって、こ

の温度特性に応じた電力増幅器のバイアス電圧を制御することが可能である。よって、電力増幅器を、指定の動作温度範囲において、高効率な増幅動作を行うことができる。このように高効率で動作可能とすることができるので、電力増幅器における消費電力を低減させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の温度補償回路の基本構成を示す回路図。

【図2】本発明の温度補償回路による出力電圧の温度依存性の計算結果を示すグラフ。

【図3】第1の実施形態の温度補償回路の構成を示す回路図。

【図4】電力増幅器に与えるバイアス電圧の温度依存性と本発明の温度補償回路による出力電圧の温度依存性の実測値を示すグラフ。

【図5】第2の実施形態の温度補償回路の構成を示す回路図。

【図6】第4の実施形態の温度補償回路の構成を示す回

路図。

【図7】本発明の通信端末装置の送信部分の内部構成を示すブロック図。

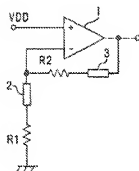
【図8】バイポーラトランジスタを用いて温度補償された電力増幅器の一例。

【図9】従来の温度補償回路の構成を示す回路図。

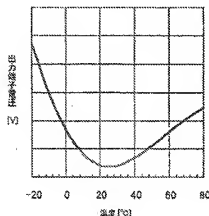
#### 【符号の説明】

- 1, 100 演算増幅器
- 2, 3, 101 サーマスタ
- R1~R6, Ra, Rb, Rx 抵抗
- Ta, Tr バイポーラトランジスタ
- 10 演算処理回路
- 11 変調器
- 12 発振器
- 13 ドライバ増幅器
- 14 電力増幅器
- 15 温度補償回路
- 16 送受信切換スイッチ
- 17 アンテナ

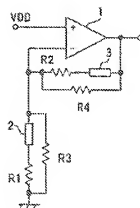
【図1】



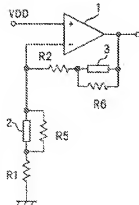
【図2】



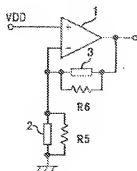
【図3】



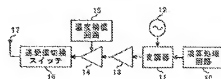
【図5】



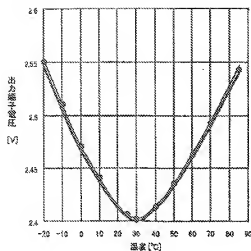
【図6】



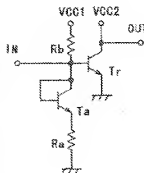
【図7】



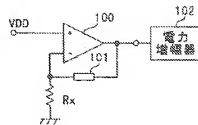
【図4】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J090 AA01 AA47 CA02 CA36 CA01  
 FA10 FM06 HA02 HA25 HA38  
 HA43 HN20 KA12 KA32 KA53  
 MA11 SA14 TA01 TA04  
 5K060 B603 G004 H004 HH06 LL00